

09 DEC 2004



REC'D 31 MAR 2003

WIPO

PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 25 514.8

Anmeldetag: 10. Juni 2002

Anmelder/Inhaber: KADIA Produktion GmbH + Co, Nürtingen/DE

Bezeichnung: Maschine zur Feinstbearbeitung durch Honen

IPC: B 24 B 33/02

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 20. Februar 2003
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

S:\IB5DUP\DUPANM\200205\22130082-ALL08875.doc

Anmelder:

KADIA Produktion GmbH + Co.
Fabrikstraße 2

72622 Nürtingen

Allgemeine Vollmacht: 4.3.5-Nr.849/98-AV

22130082

06.06.2002
UGD/JMR/EMZ

Titel: Maschine zur Feinstbearbeitung durch Honen

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Maschine zur Feinstbearbeitung von Werkstücken durch Honen oder Feinstschleifen nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Dabei kommen Honmaschinen in Betracht, bei denen ein mit einem entsprechenden Belag (z.B. aus Diamanten oder Korund) belegtes Hon-Werkzeug in eine Bohrung eingeführt und gleichzeitig gedreht und hin und her bewegt wird, so dass die Innenfläche der Bohrung bearbeitet wird. Um dem Abrieb der Honwerkzeuge Rechnung zu tragen, sind diese u.a. so ausgebildet, dass sie mit einem Honbelag versehene Honleisten aufweisen, die durch

eine mit dem Honwerkzeug mitdrehende jedoch innerhalb desselben axial verschiebbare Aufweitstange in radialer Richtung verstellt werden können.

Es kommen weiter auch solche Maschinen in Betracht, bei denen ein Werkstück in einer Richtung, die gleich der Achsrichtung der Drehbewegung des Werkzeugs ist, auf das Werkstück zugestellt werden muss. Dies können sowohl Honwerkzeuge (z.B. beim sog. "Dornhonen") als auch Läppwerkzeuge sein. Es können aber auch Feinstschleifwerkzeuge sein, um z.B. bereits vorgeschliffene Ventilsitzflächen einer abschließenden Feinstbearbeitung zu unterziehen, bei der genau definiert nur wenige Mikrometer abgetragen werden und gleichzeitig eine Oberflächenverbesserung erzielt werden müssen.

Bei Honmaschinen erfolgt bisher die Hubbewegung des die Honspindel tragenden Laufschlittens im Allgemeinen durch einen hydraulischen Antrieb, während die Drehbewegung der Honspindel und damit auch die des darin aufgenommenen Honwerkzeugs durch einen üblichen Elektromotor herbeigeführt wird. Beim Honen entsteht durch die gleichzeitige Drehbewegung und Hubbewegung des Honwerkzeugs ein für diese Bearbeitung typisches Kreuzschliffmuster an der zu bearbeitenden Oberfläche, das für die Trag- und Schmiereigenschaften des bearbeiteten Werkstücks, sowie für die Genauigkeit der Einpassung weiterer Bauteile (z.B. Kolben) und von Bedeutung ist. Bei der Bearbeitung kleiner Bohrungen von nur wenigen Millimeter Durchmesser und gleichzeitiger Steigerung der

Drehgeschwindigkeit des Honwerkzeug zur Verkürzung der Bearbeitungszeit muss die Hubgeschwindigkeit entsprechend gesteigert werden. Die zur Herbeiführung der Hubbewegung eingesetzten hydraulischen Antriebe kommen dabei an ihre systemimmanenten betriebsmäßigen Grenzen hinsichtlich Geschwindigkeit und Umsteuerbarkeit. Das gilt umso mehr, wenn auch die Hübe klein sind, wie dies der Fall ist, wenn auch die Bearbeitungstiefe der Bohrungen im Bereich von wenigen Millimetern liegt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, diese Nachteile zu vermeiden. Insbesondere sollen Mittel zur Durchführung der Hubbewegung bereitgestellt werden, die höhere Hubgeschwindigkeiten bei Einhaltung hoher Umsteuergenauigkeiten ermöglichen, so dass auch kleine und kurze Bohrungen mit hoher Drehgeschwindigkeit des Honwerkzeugs genauer und schneller als seither bearbeitet werden können. Diese Aufgabenstellung beinhaltet auch das Problem, mit dem die Honspindel tragenden Laufschlitten exakt sehr kurze Zustellwege zu realisieren, wie z.B. beim Feinstschleifen von Ventilsitzflächen. Außerdem soll eine Vereinfachung des gesamten Aufbaus durch weniger bewegte Teile und damit auch eine Kostensenkung erreicht werden.

Erfindungsgemäß erfolgt die Lösung dieser Aufgabe mit den im Kennzeichen des Patentanspruches angegebenen Mitteln.

Es wird also ein sog. Linearmotor verwendet, der höhere Hub-

und Zustellgeschwindigkeiten zulässt, deutlich weniger Bauteile aufweist, genauer umsteuerbar ist und mit hoher Geschwindigkeit kurze Zustellwege ermöglicht.

Bei der Verwendung als Honmaschine, d.h. bei Benutzung eines Honwerkzeugs mit radial verstellbaren Honleisten, ergibt sich die Vereinfachung, dass dann auch die Aufweitstange zur radialen Verstellung der Honleisten, die von einer in der Honmaschine angeordneten Schubstange betätigt wird, sehr viel einfacher als seither durch einen Servomotor bewirkt werden kann, den man vorzugsweise koaxial an das Kupplungsgehäuse anflanschen kann, das wiederum seinerseits in linearer Verlängerung des Spindelgehäuses angeordnet werden kann. Die Verstellung der Schubstange kann dann vorzugsweise auch durch einen weiteren Linearantrieb erfolgen. Dann lässt sich die Erfindung auch dazu einsetzen, kleinste genau definierte Zustellbewegung eines Feinstschleifwerkzeuges, z.B. zur Bearbeitung eines Ventilsitzes, schnell und exakt durchzuführen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im Folgenden unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher beschrieben. Es stellen dar:

Figur 1 eine schematische Ansicht einer Honmaschine, die als Ausführungsbeispiel der Erfindung ausgestaltet ist;

- Figur 2 eine - im Vergleich zu Figur 1 um 90° gekippte - Darstellung des Honspindelgehäuses 8, der Honspindel 7, des Laufschlittens 12 und der Laufschienen 14, mit denen der die Laufschienen 14 tragende Träger 15 am Maschinenrahmen 16 angeordnet ist;
- Figur 3 eine Ansicht in Richtung der Pfeile III-III in Figur 2;
- Figur 4 einen Schnitt durch das Spindelgehäuse 8;
- Figur 5 einen Schnitt durch das an das Spindelgehäuse 8 angeflanschte Kupplungsgehäuse 51;
- Figur 6 einen Schnitt durch das Kupplungsgehäuse 51 bei einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung, das insbesondere für kleine Zustellbewegungen in axialer Richtung geeignet ist,
- Figur 7 eine Ansicht in Richtung der Pfeile VII-VII in Figur 6;
- Figur 8 eine schematische Darstellung eines Werkstücks 301 und eines dazu gehörigen Werkzeugs 300, wie es mit dem Ausführungsbeispiel nach den Figuren 6 und 7 eingesetzt werden kann.

Figur 1 zeigt eine einer Honmaschine. Auf einer Bearbeitungsplattform 1 ist ein Werkstück 2 aufgespannt, dessen Bohrung 3 gehont werden soll. Das Honwerkzeug 4, das in einem Konus 6 am Ende der Honspindel 7 aufgenommen wird, wird mit der Honspindel 7 auf- und abbewegt. Dadurch wird in bekannter Weise der Hub des Honvorgangs, wie er Teil des Honverfahrens ist, durchgeführt. Die Axialverschiebung der Honspindel 7 dient der Erzeugung dieses Hubes. Das Honwerkzeug 4 weist radial verstellbare Honleisten 5 auf. Die Honspindel 7 wird von einem Elektromotor 9, der in das Spindelgehäuse 8 integriert ist, angetrieben. Am (in Figur 1) oberen Ende des Spindelgehäuses 8 ist ein Kupplungsgehäuse 51 und an diesem ein Servomotor 10 koaxial angeflanscht. Der Servomotor 10 dient zur Achsialverschiebung einer Aufweitstange 11, die in dem Honwerkzeug 4 angeordnet ist und die durch die sich drehende Honspindel 7 hindurch eine radiale Verstellung der Honleisten 5 bewirkt.

Das Spindelgehäuse 8 ist auf einem Laufschlitten 12 angeordnet, in den der Primärteil 13 eines Linearmotors so integriert ist. Der Primärteil 13 bildet zusammen mit dem Sekundärteil 17, der in dem sich vertikal erstreckenden Träger 15 integriert ist (vgl. Figur 3), einen Linearmotor 18. Dieser Linearmotor 18 bewirkt die Hubbewegung des Spindelgehäuses 8. Der Träger 15 ist an den Maschinenrahmen 16 angebaut. Der Laufschlitten 12 mit dem integrierten Primärteil 13 ist auf

Laufschienen 14 auf und ab beweglich. Die Laufschienen 14 sind die am Träger 15 fest angeordnet. Der Primärteil 13 ist der bewegte Teil und der Sekundärteil 17 der ortsfeste Teil des Linearmotors 18.

Die Verwendung eines Linearmotors, dessen beweglicher Teil die Honspindel trägt und damit die Hubbewegung mit der erforderlichen Geschwindigkeit und Umsteuergenauigkeit ausführt, ist von großer Bedeutung. Zur Bearbeitung der Bohrung 3 wird das Spindelgehäuse 8 mit der Honspindel 7 und dem darin aufgenommenem Honwerkzeug 4 so weit abgesenkt, dass die Honleisten 5 in die Bohrung 3 eintauchen. Dann wird die Honspindel 8 gleichzeitig hin und her (auf und ab) bewegt und gedreht. Die beiden Bewegungen werden so aufeinander abgestimmt, dass auf der Werkstückoberfläche das für das Honen typische "Kreuzschliffmuster" mit einem Winkel von z.B. 10° bis 50° entsteht. Um dies zu erreichen, ist bei kleinen Durchmessern der zu bearbeitenden Bohrung und hohen Drehzahlen eine relativ schnelle Auf- und Abbewegung der Honspindel 8 erforderlich, die durch den Linearmotor 18 gewährleistet wird. Mit einer erfindungsgemäßen Honmaschine können z.B. bei einer Hublänge von 80 mm eine Hubgeschwindigkeit von 50 m/min bei einer Umsteuergenauigkeit von $\leq 0,05$ mm (Umsteuern ist der Wechsel von der Bewegung in der einen Richtung in die umgekehrte Richtung) oder bei einer Hublänge von 20 mm eine Hubgeschwindigkeit von 25 m/min bei einer Umsteuergenauigkeit von $\leq 0,04$ mm realisiert werden.

Wie aus Figur 3 zu ersehen, ist der Primärteil 13 des Linearmotors 18 auf dem Träger 15 mit Schrauben 19 befestigt. Die Laufschiene 14 ist auf dem Träger 15 mit Schrauben 20 befestigt. Das Profil der Laufschiene 14 entspricht dem Profil der Gleitelemente 21, die mit Schrauben 22 am Laufschlitten 12 befestigt sind. Im Laufschlitten 12 ist der Primärteil 13 des Linearmotors 18 mit Schrauben 23 befestigt.

Der Aufbau von Linearmotoren ist dem Fachmann geläufig. Eine genauere Beschreibung ist daher hier nicht erforderlich. Linearmotoren können von verschiedenen Herstellern bezogen werden. Es handelt sich dabei um Antriebselemente, die aus einem normalen Drehstromelektromotor gedanklich dadurch entstehen, dass man den Stator "aufschneidet" und in eine Ebene abwickelt. Der Rotor ist ebenfalls flächig ausgebildet, so dass er sich entlang der linearen Erstreckung des Stators bewegt und zwar entsprechend dem entlang den Wicklungen des Stators wandernden elektromagnetischen Wechselfeld. Im vorliegenden Fall entspricht der Primärteil 13 dem Stator, der Sekundärteil 17 dem Rotor eines Elektromotors. Es handelt sich um eine Synchronmaschine, die als Langstatormotor ausgeführt ist. Die Steuerung der Geschwindigkeit erfolgt über eine Frequenzvariation in Umrichtern einer zugeordneten Steuerung. Eine - programmierbare - Steuerung (nicht gezeigt) erlaubt die Einstellung entsprechender Geschwindigkeiten wie oben angegeben.

Am Träger 15 ist mit Schrauben 170, von denen nur eine

sichtbar ist, ein Traggestell 171 befestigt, auf dem mit Schrauben 172 ein Messwertgeber 173 angeordnet ist. Er enthält in an sich bekannter Weise Messmarkierungen (nicht dargestellt), die bei Bewegung des Laufschlittens 12 senkrecht zur Zeichenebene der Figur 3 in entsprechenden am Laufschlitten angebrachten Sensoren (nicht gezeigt) Messsignale erzeugen, die die momentane Position des Laufschlittens 12 anzeigen und an die Steuerung (nicht gezeigt) weitergeben. 174 ist eine Abdeckplatte.

Der Aufbau des Spindelgehäuses 8 ergibt sich aus Figur 4. In das Spindelgehäuse 8 ist der Elektromotor 9 integriert. Er bewirkt die Drehung der Honspindel und besteht aus Stator 25 mit Wicklungen 25' und Rotor 26. Der Stator 25 ist in eine Hülse 37 eingepresst, die mittels Schrauben 36 mit den Stirnplatten 33, 34 verschraubt ist (nur bei 34 gezeigt). Der Rotor 26 ist außen auf die Honspindel 7 aufgepresst. Die Stromversorgung des Stators 25 erfolgt über die Anschlüsse 27. Der Rotor 26 ist ein Permanentmagnet. Mittels Schrauben 30 ist das Spindelgehäuse 8 mit dem Laufschlitten 12 verschraubt. Die Lagerung der Honspindel 7 im Spindelgehäuse 8 erfolgt durch Lager 31 bzw. 32 in einer vorderen bzw. einer hinteren Stirnplatte 33 bzw. 34. Die Stirnplatten 33 bzw. 34 sind mit dem Spindelgehäuse 8 mittels Schrauben 35 verschraubt. In der Hülse 37 befindet sich ein wendelförmiger Kühlkanal 38, dem über die Kühlmittelzuleitung 39 Kühlmittel zugeführt wird. Die Ableitung des Kühlmittels ist nicht dargestellt; sie befindet sich auf der anderen Seite.

Das sich links an die Anschlussplatte 34 anschließende radiale Kupplungsgehäuse 51, und der zur Verstellung der Aufweitstange 11 der Honleisten 5 des Honwerkzeugs 4 dienende Servomotor 10 ist in den Figuren 4 und 5 dargestellt.

Die Honspindel 7 ist durchgehend mit einer Bohrung 40 versehen, in der die Schubstange 110 in Achsrichtung verschiebbar angeordnet ist. Am rechten Ende der Schubstange 110 ist eine Bohrung 112 mit Innengewinde vorgesehen, in die die Aufweitstange 11 fest eingeschraubt wird, so dass Schubstange 110 und Aufweitstange 11 eine Einheit bilden und gemeinsam in Längsrichtung (Achsrichtung) der Drehachse verschiebbar sind. Damit erfolgt eine radiale Verschiebung der Honleisten 5 nach außen. Derartige Honwerkzeuge 4 sind bekannt. Sie funktionieren derart, dass die Honleisten durch Federn radial nach innen gezogen werden und auf ihrer Innenseite schräg verlaufende Stellflächen aufweisen, die mit entsprechend schräg verlaufenden Stellflächen am Ende der Aufweitstange 11 so zusammenwirken, dass sich bei axialer Verschiebung der Aufweitstange 11 die radiale Verstellung der Honleisten 5 ergibt (Spreizmechanismus).

Die Schubstange 110 und mit ihr die Aufweitstange 11 drehen sich mit der Honspindel 7 mit, sind aber gleichwohl in ihr, wie erwähnt, axial (in Längsrichtung) verschiebbar. Dies ist dadurch verwirklicht, dass die Schubstange 110 von einem Stift 46 durchsetzt ist, dessen Enden in gegenüberliegenden Nuten

46' in der Honspindel 7 geführt sind. In der Honspindel 7 hat die Bohrung 40 einen Absatz 43, an den ein Ring 41 durch eine Feder 45 angedrückt wird, die sich mit ihrem anderen Ende am Stift 46 abstützt. In Ruhestellung wird die Schubstange 110 durch die Feder 45 in ihre in Figur 4 gezeigte äußerste obere Lage gedrückt. Die Schubstange 110 kann dann gegen die Kraft der Feder 45 nach unten verschoben werden, und zwar wenn der Stößel 47 soweit nach unten bewegt worden ist, dass er den Boden 48' der Ausnehmung 48 nach unten drückt. Dann wird auch die Schubstange 110 nach unten gedrückt.

Der Stößel 47 ist Fortsatz eines Kupplungsstückes 49, in dessen axiale Ausnehmung 49' die Abtriebswelle 150 des Servomotors 10 hineinragt. Die Kopplung in Drehrichtung bei gleichzeitiger Verschiebbarkeit in Längsrichtung erfolgt durch eine Nut-/Federverbindung, gebildet durch eine Nut 151 und den Keil ("Feder") 152.

Das Kupplungsgehäuse 51 ist mit der vorderen Stirnplatte 34 des Spindelgehäuses 8 verschraubt. Die Schrauben sind nicht gezeigt. In das Kupplungsgehäuse 51 ist eine Hülse 52 eingesetzt. Die Hülse 52 dreht sich mit dem Kupplungsgehäuse 51 mit und ist in diesem axial verschiebbar, da ein entlang des in die Hülse 52 eingeschraubter und radial über diese hervorstehender Klotz 160 in eine Nut 161 in der Hülse 53 hineinragt und in dieser geführt ist. Eine Verschiebung der Hülse 52 gegenüber dem Kupplungsgehäuse 51 um den Hub H ist somit möglich. In der Hülse 52 ist das obere Ende der

Schubstange 110 mittels Lager 165 drehbar gelagert. Die Innenschalen der Lager 165 sind mit der Schubstange fest verbunden. Zur Sicherung des Lagers 165 ist ein Deckel 166 mit der Schubstange 110 verschraubt.

In der Hülse 52 ist ferner eine Verstellhülse 53 mit dieser mitdrehend und in Längsrichtung verschiebbar und verstellbar aufgenommen. Diese Verbindung erfolgt auch durch eine Nut-/Federverbindung, gebildet durch den Keil 54 und die Nut 55.

Die Verstellhülse 53 ist von einer Bohrung durchsetzt, die ein Innengewinde 56 aufweist. In dieses greift ein Außengewinde 56' des Stößels 47 ein. Die Verstellhülse 53 ist in der Hülse 52 durch einen Deckel 167 gesichert, der mit der Hülse 52 verschraubt ist. Dreht sich also der Servomotor 10 und demgemäß auch seine Abtriebswelle 150, so dreht sich in Folge der Nut-/Federverbindung 151, 152 auch das Kupplungsstück 49. In Folge des Eingriffs der Gewinde 56, 56' verschiebt sich das Kupplungsstück 49 in Axialrichtung und mit ihm der Stößel 47 in Längsrichtung (nach rechts). Drückt der Stößel 47 dann gegen den Boden 48' der Ausnehmung 48, so verschiebt sich die Schubstange 110 nach rechts gegen die Kraft der Feder 45 und mit ihr die Aufweitstange 11 und bewirkt so innerhalb des Honwerkzeugs 4, wie erwähnt, die radiale Verstellung der Honleisten 5.

170 ist eine einen Endschalter aufweisender Sensor, der die gezeigte Endlage der aus Hülse 52, Klotz 160, Lager 165 und Schubstange 110 bestehenden Endlage und ein entsprechendes

Messsignal an die Steuerung (nicht angezeigt) weitergibt.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel wird im Folgenden an Hand der Fig. 6 und 7 beschrieben. Bei ihm wird auch der Servomotor 10 durch einen Linearmotor ersetzt und dient zur Zustellung eines Feinstbearbeitungswerkzeuges 300, da am Ende der Stange 306 angeordnet ist. Diese ist mit der Schubstange 120 verbunden. Die Schubstange 120 ist mittels Lager 265 in der Verstellhülse 253 drehbar gelagert, wobei der Deckel 266 in die Verstellhülse 253 eingeschraubt sind, so dass die Schubstange 120 in der Verstellhülse 253 zwar drehbar aber nicht gegenüber ihr in axialer Richtung verschiebbar ist. Mit der Verstellhülse 253 ist der Läufer, d.h. der bewegliche Primärteil 201 eines weiteren Linearmotors 200, fest verbunden. Der Linearmotor 200 weist außerdem noch einen Sekundärteil (nicht gezeigt) auf. Es handelt sich dabei um eine Bauart eines Linearmotors, bei der der Läufer rund und der Innenraum des Stators ebenfalls rund ausgebildet sind. Derartige Bauformen von Linearmotoren sind auch per se bekannt. In ersichtlicher Weise kommt man also durch die Verwendung eines Linearmotors auch für die Stellbewegung der Schubstange 110 und mit ihr verbunden der Stange 306 mit sehr viel weniger Bauteilen aus, die auch einem weitaus geringeren Verschleiß unterliegen. Figur 7 zeigt die Aufhängung dieses weiteren Linearmotors 200 mit Hilfe einer Klemmplatte 210.

Das Ausführungsbeispiel mit axialer Zustellung der Stange 306 nach den Figuren 6 und 7 dient einer Bearbeitungsaufgabe, die

an Hand von Figur 8 erläutert wird. Werkzeug ist ein keglicher Feinstschleifkörper 300 dient zur Bearbeitung einer Ventilsitzfläche 305. Die Ventilsitzfläche 305 muss dabei um ein definiertes Maß, z.B. einige hunderstel Millimeter abgetragen werden, das z.B. mittels eines Sensor errechnet wird. Dabei sind gleichzeitig Form und Oberfläche zu verbessern. Der kegliche Feinstschleifkörper 300 ist an der Stange 306 angeordnet, die an ihrem Ende mit einem Gewindezapfen 307 versehen ist. Dieser wird mit dem Ende der Schubstange 120 verbunden. Auf diese Weise können kleinste Zustellwege mit Hilfe des Servomotors 10 oder des weiteren Linearmotors 200 realisiert werden. Dies kann entweder in einem Hub oder mit mehreren kleinen Hübchen erfolgen, die intermittierend Anwendung finden, z.B. zum Ausfeuern nach nur relativ wenig Umdrehungen oder um jeweils nach einem Hub mit Kühlmittel zu spülen.

Patentansprüche

1. Maschine zur Feinstbearbeitung von Werkstücken durch Honen oder Feinstschleifen mit einer drehantreibbaren Werkzeugspindel, in die ein Werkzeug aufnehmbar ist, und mit einem Motor, der die Werkzeugspindel dreht, und bei der die Werkzeugspindel auf einem Schlitten angeordnet ist, der an einem Maschinenrahmen angeordnet und durch eine Verstelleinrichtung in Richtung der Drehachse der Werkzeugspindel verfahrbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verstelleinrichtung durch einen aus einem ebenen Primärteil (13) und darauf linear verschiebbaren Sekundärteil (17) bestehenden elektrischen Linearmotor (18) gebildet wird, wobei eine (13) der Komponenten Primärteil/Sekundärteil (13,17) des Linearmotors (18) an dem Maschinenrahmen (16), die andere der Komponenten an dem die Werkzeugspindel (7) tragenden Laufschlitten (12) angeordnet ist.
2. Maschine zur Feinstbearbeitung von Werkstücken durch Honen oder Feinstschleifen nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Linearmotor (18) ein frequenzgesteuerter Synchronmotor ist, dessen Primärteil (13) als Stator ausgebildet ist und dessen Sekundärteil (17) durch einen Permanentmagneten gebildet wird, und bei dem der Sekundärteil (17) in den die Werkzeugspindel (7) tragenden Laufschlitten (12) integriert ist, und bei der die Steuerung der Geschwindigkeit durch

Frequenzumrichtung erfolgt.

3. Maschine zur Feinstbearbeitung von Werkstücken durch Honen oder Feinstschleifen nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Antrieb der Werkzeugspindel (7) durch einen durch Stator (25) und Rotor (26) gebildeten Elektromotor (9) erfolgt, wobei der Stator in dem von dem Laufschlitten (12) tragenden Werkzeugspindelgehäuse (8) und der Rotor (26) außen auf der Werkzeugspindel (7) und innerhalb des Stators (25) angeordnet ist.
4. Maschine zur Feinstbearbeitung von Werkstücken durch Honen oder Feinstschleifen nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Zustellung eines Bearbeitungskörpers (5; 300) des Werkzeugs (4; 306) auf die zu bearbeitende Fläche des Werkstücks (3; 301) innerhalb der Werkstückspindel (7) eine Schubstange (110) mitdrehend und in Richtung der Drehachse (A) verschiebbar angeordnet ist, und dass die Verschiebung der Schubstange (110) durch einen elektrischen Servomotor (10) erfolgt, der an das die Werkstückspindel (7) umfassende Spindelgehäuse (8) angeflanscht ist, und dass ferner ein Getriebe (47, 49, 53) zwischen Servomotor (10) und Schubstange (110) angeordnet ist, das die Drehbewegung des Servomotors (10) in eine lineare Stellbewegung der Schubstange (110) umsetzt.

5. Maschine zur Feinstbearbeitung von Werkstücken durch Honen oder Feinstschleifen nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Servomotor (10) koaxial zur Drehachse (A) der Werkzeugspindel (7) angeordnet ist.
6. Maschine zur Feinstbearbeitung von Werkstücken durch Honen oder Feinstschleifen nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abtriebswelle (150) des Servomotors (10) eine Kupplungsstück (49) in Drehbewegung versetzt, das einen Abschnitt (47) aufweist, der mit einem Gewinde (56') versehen ist, das mit dem Gewinde (56) einer nicht drehbar, aber längsverschiebbaren Verstellhülse (53) zusammenwirkt, und bei Drehung der Abtriebswelle (150) das Kupplungsstück (49) in Längsrichtung verschiebt.
7. Maschine zur Feinstbearbeitung von Werkstücken durch Honen oder Feinstschleifen nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Zustellung eines Werkzeugs (300) auf die zu bearbeitende Fläche (305) des Werkstücks (301) innerhalb der Werkstückspindel (7) mitdrehend und in Richtung der Drehachse (A) verschiebbar gelagert eine Schubstange (120) angeordnet ist, und dass die Verschiebung der Schubstange (120) durch einen weiteren Linearmotor (200) erfolgt, dessen Läufer (201) auf eine Verstellhülse (253) einwirkt, die in Längsrichtung verschiebbar, aber nicht drehbar in einen an dem Spindelgehäuse (8) angeordneten Kupplungsgehäuse

(51) gelagert ist und in der die Schubstange (120) drehbar aber nicht verschiebbar aufgenommen ist.

8. Maschine zur Feinstbearbeitung von Werkstücken durch Honen oder Feinstschleifen nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der weitere Linearmotor (200) in einer Klemmplatte (210) aufgenommen ist, die an das Kupplungsgehäuse (51) in linearer Fortsetzung desselben angeflanscht ist.
9. Maschine nach einem der Ansprüche 4 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Werkzeug ein Honwerkzeug (4) ist, das radial verstellbare Honleisten (5) aufweist, die durch eine Aufweitstange (11) verstellt werden, die mit der Schubstange (110) gekoppelt ist.
10. Maschine nach einem der Ansprüche 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass mit der Schubstange (120) gekoppelte Werkzeug ein Feinstschleifwerkzeug (300) ist, das in Richtung der Längsverschiebung der Schubstange (120) zum Eingriff mit dem Werkstück (301) kommt und dass das Feinstschleifwerkzeug (300) mit der Schubstange (120) in Richtung des Eingriffs mit dem Werkstück (301) gekoppelt ist.

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Honmaschine zur Feinstbearbeitung von Werkstücken z.B. durch Honen mit einer drehanbtreibbaren Werkzeugspindel, in die ein Werkzeug aufnehmbar ist, und einem Motor, der die Werkzeugspindel dreht, bei dem die Werkzeugspindel auf einem Schlitten angeordnet ist, der durch eine Antriebseinrichtung an einem Maschinenrahmen in Richtung der Drehachse der Werkzeugspindel verfahrbar ist. Die Antriebseinrichtung wird durch einen aus einem ebenen Primärteil (13) und einen darauf linear verschiebbaren Sekundärteil (17) eines elektrischen Linearmotors (18) gebildet, wobei eine (13) der Komponenten Primärteil/Sekundärteil (13, 17) des Linearmotors (18) an dem Maschinenrahmen (16), die andere (17) der Komponenten am Laufschlitten (12) angeordnet sind.

(Figur 1)

Bezugszeichenliste

1	Bearbeitungsplattform
2	Werkstück
3	Bohrung
4	Honwerkzeug
5	Honleisten
6	Konus am Ende von 7
7	Honspindel
8	Spindelgehäuse
9	Elektromotor
10	Servomotor
11	Aufweitstange
12	Laufschlitten
13	Primärteil
14	Laufschienen
15	Träger
16	Maschinenrahmen
17	Sekundärteil
18	Linearmotor, bestehend aus 13 und 17
19	Schrauben
20	Schrauben
21	Gleitelemente
23	Schrauben
25	Stator
25'	Wicklungen
26	Rotor
30	Schrauben
31, 32	Lager
33, 34	Stirnplatten
35	Schrauben
36	Schrauben
37	Hülse
38	Kühlkanal
39	Kühlmittelzuleitung
40	Bohrung
41	Ring
43	Absatz in 40
45	Feder
46	Stift
46'	Nuten in 46
47	Stößel
48	Ausnehmung
48'	Boden von 48
49	Kupplungsstück
49'	Ausnehmung in 49
50	Abtriebswelle von 10
51	Kupplungsgehäuse
52	Hülse
53	Verstellhülse
54	Keil
55	Nut
56	Inngewinde von 53
56'	Außengewinde von 47

110	Schubstange
120	Schubstange
112	Ende der Schubstange
150	Antriebswelle von 10
151	Keil
152	Nut
160	Klotz
161	Nut
165	Lager
166	Deckel
167	Deckel
170	Schrauben
171	Tragge....
172	Schrauben
173	Messwertgeber
174	Abdeckplatte
180	Lager
200	Linearmotor
201	Läufer von 200
210	Klemmplatte
253	Verstellhülse
265	Lager
266	Deckel
300	kegliger Schleifkörper
301	Werkstück
305	Ventilsitzfläche
306	Stange
307	Gewindezapfen
A	Drehachse von 7
H	Hub

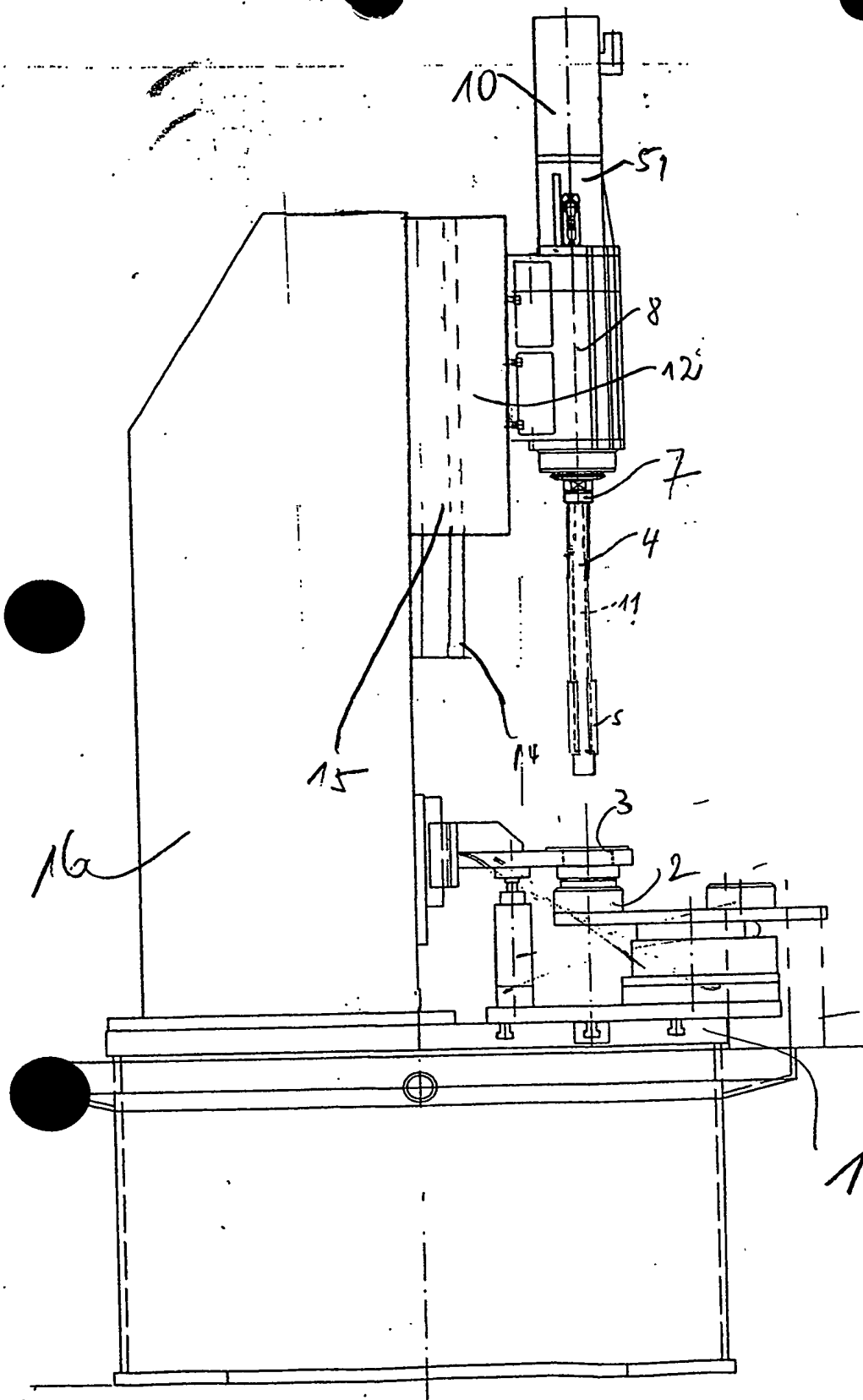
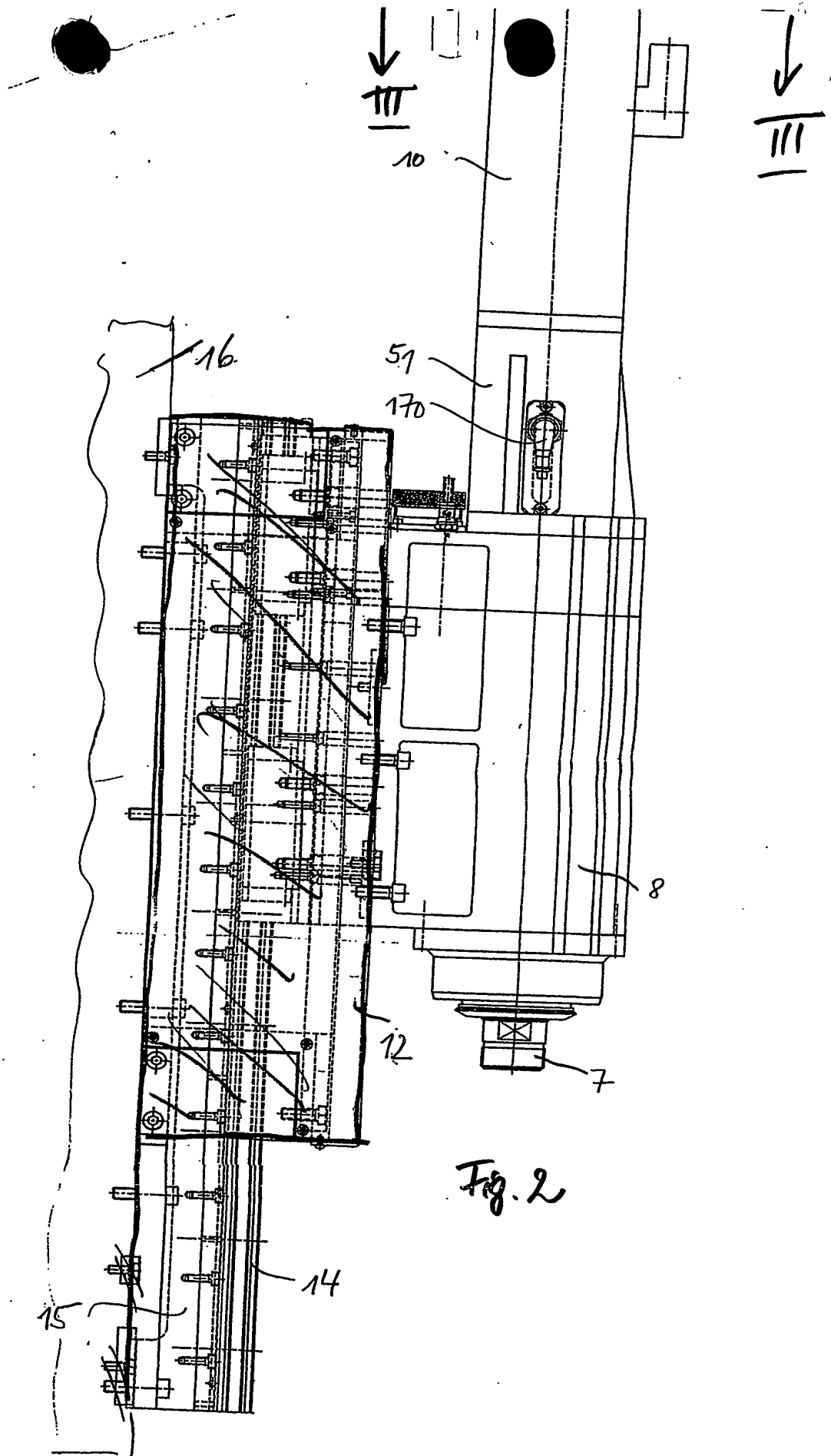


Fig. 1



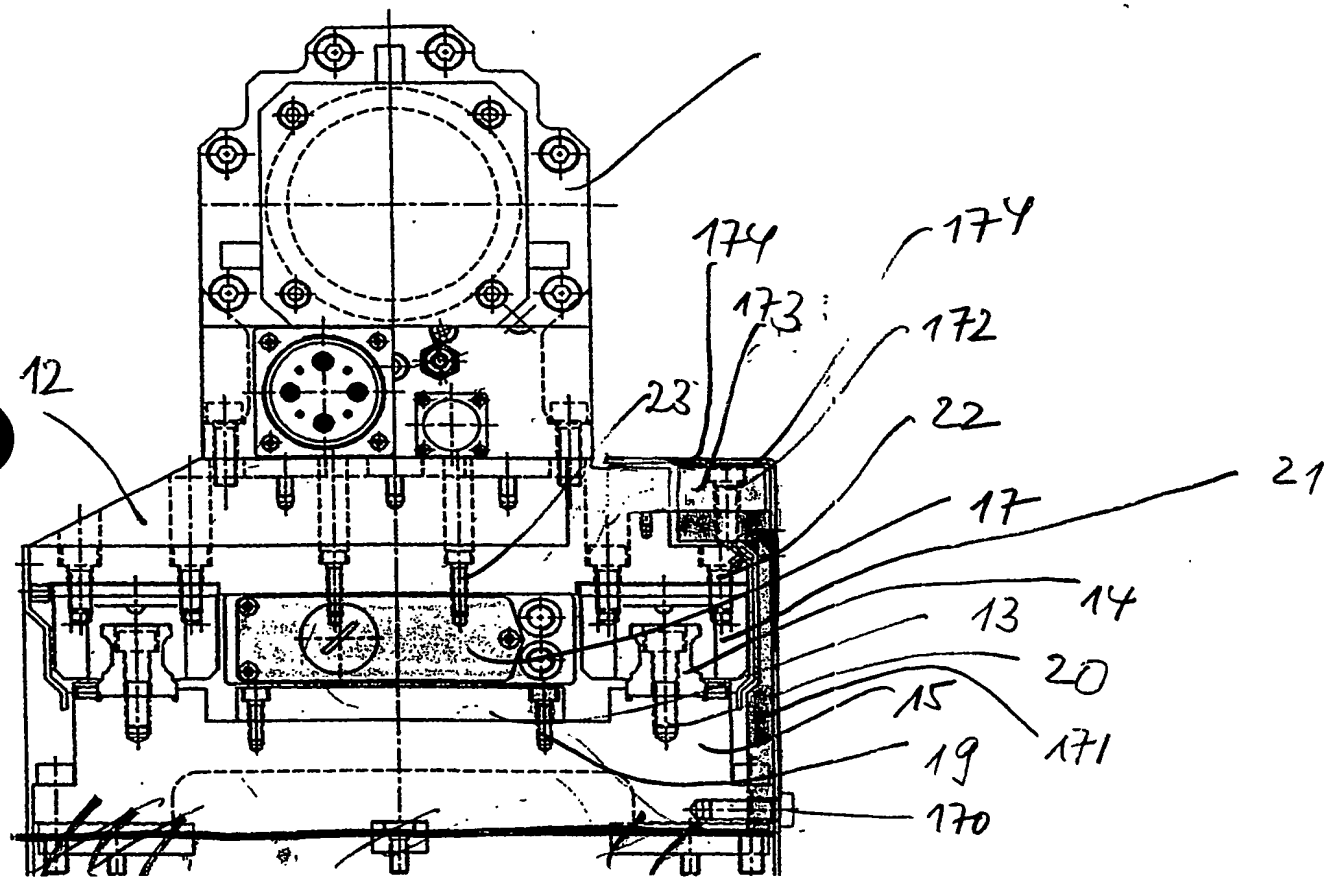


Fig. 3

4 mm

Fig. 4

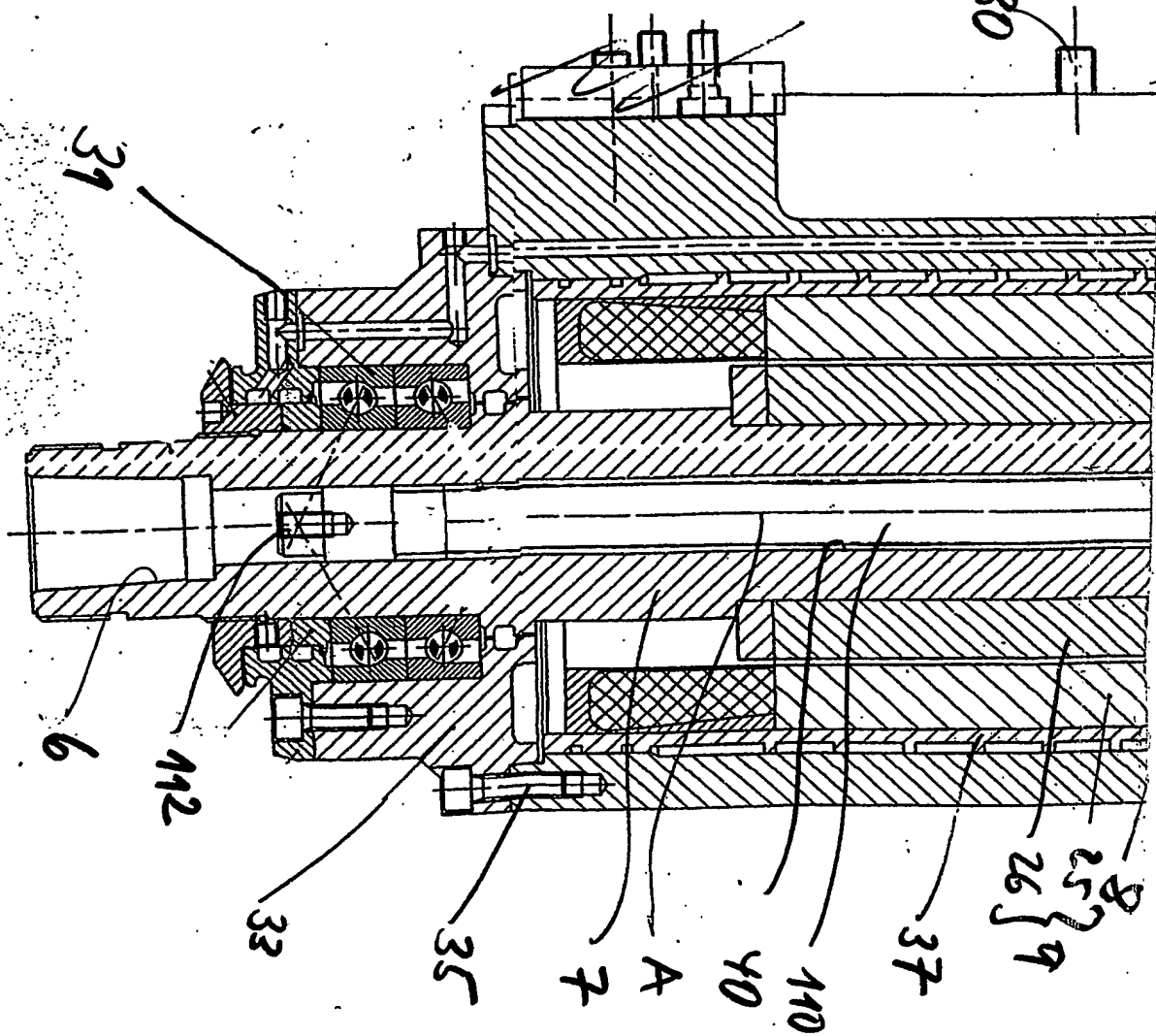
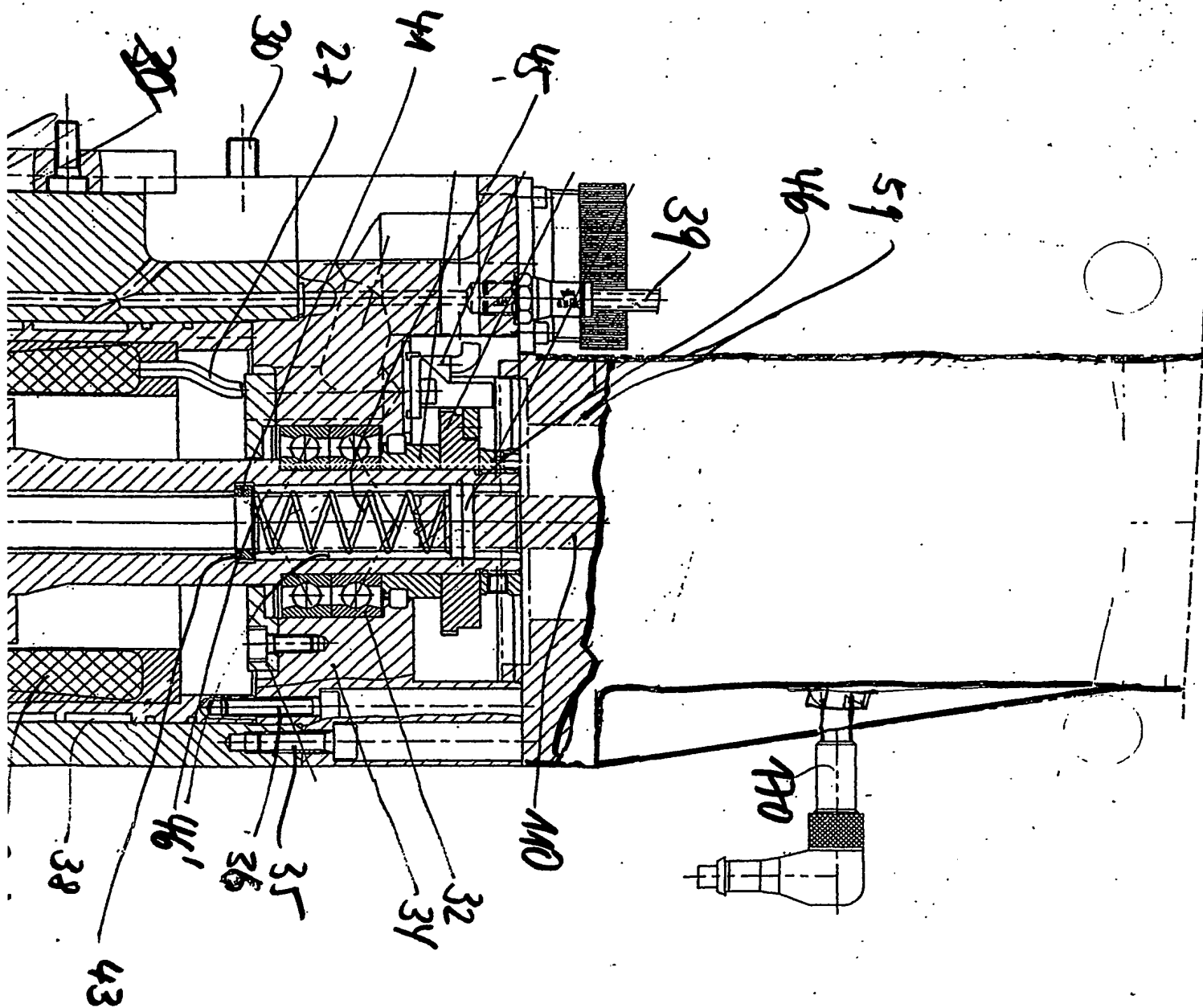


Fig. 40



46

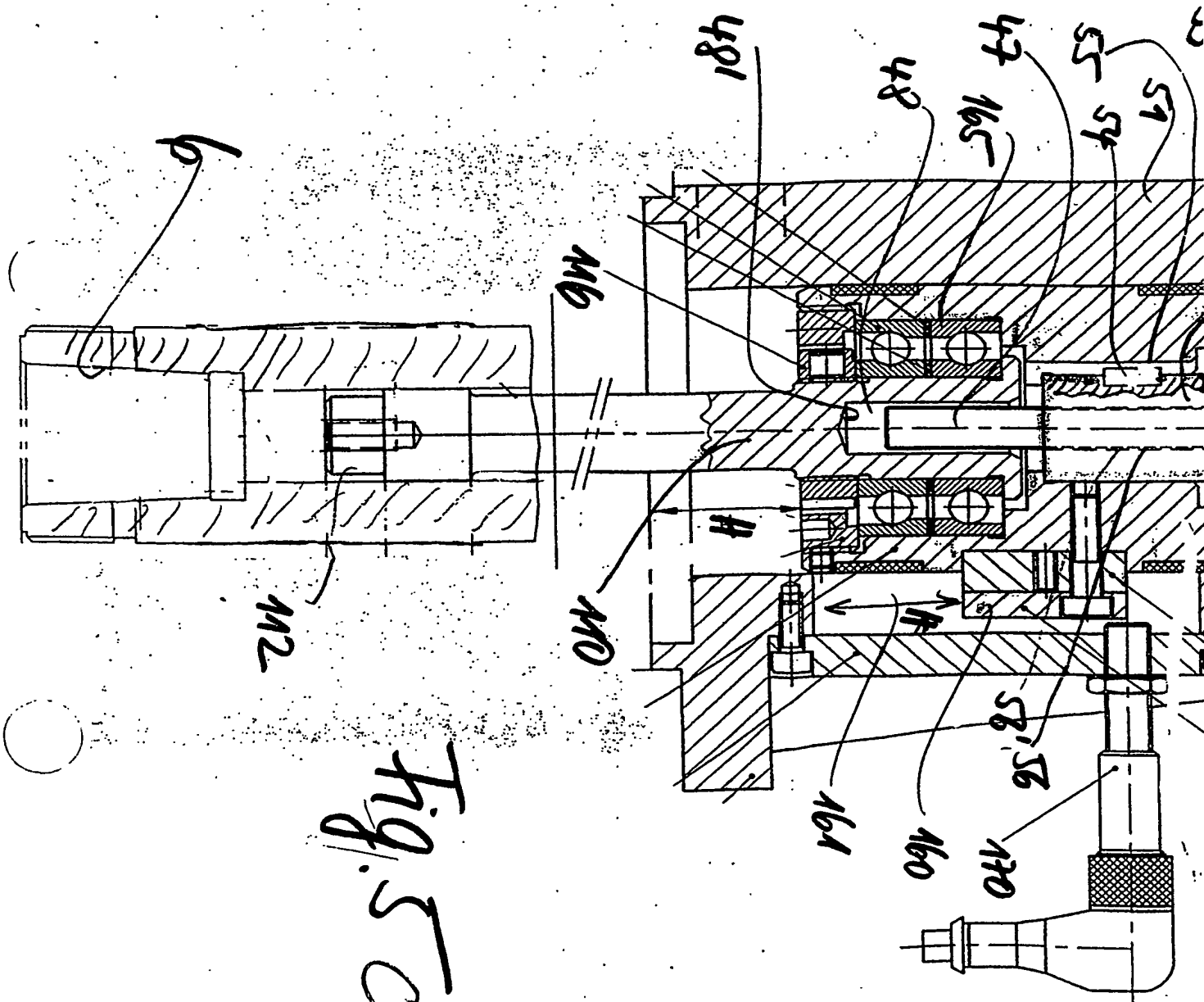
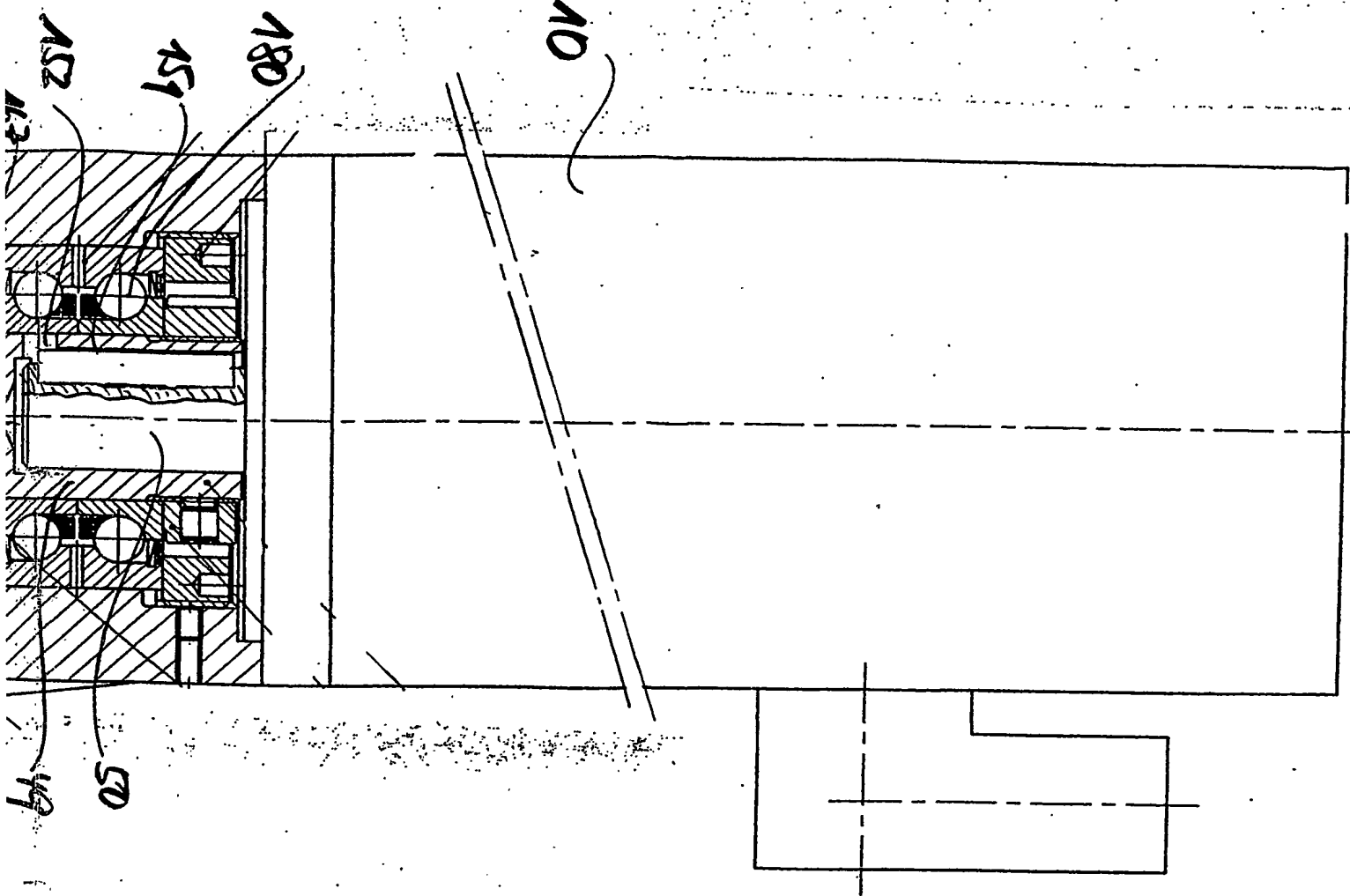
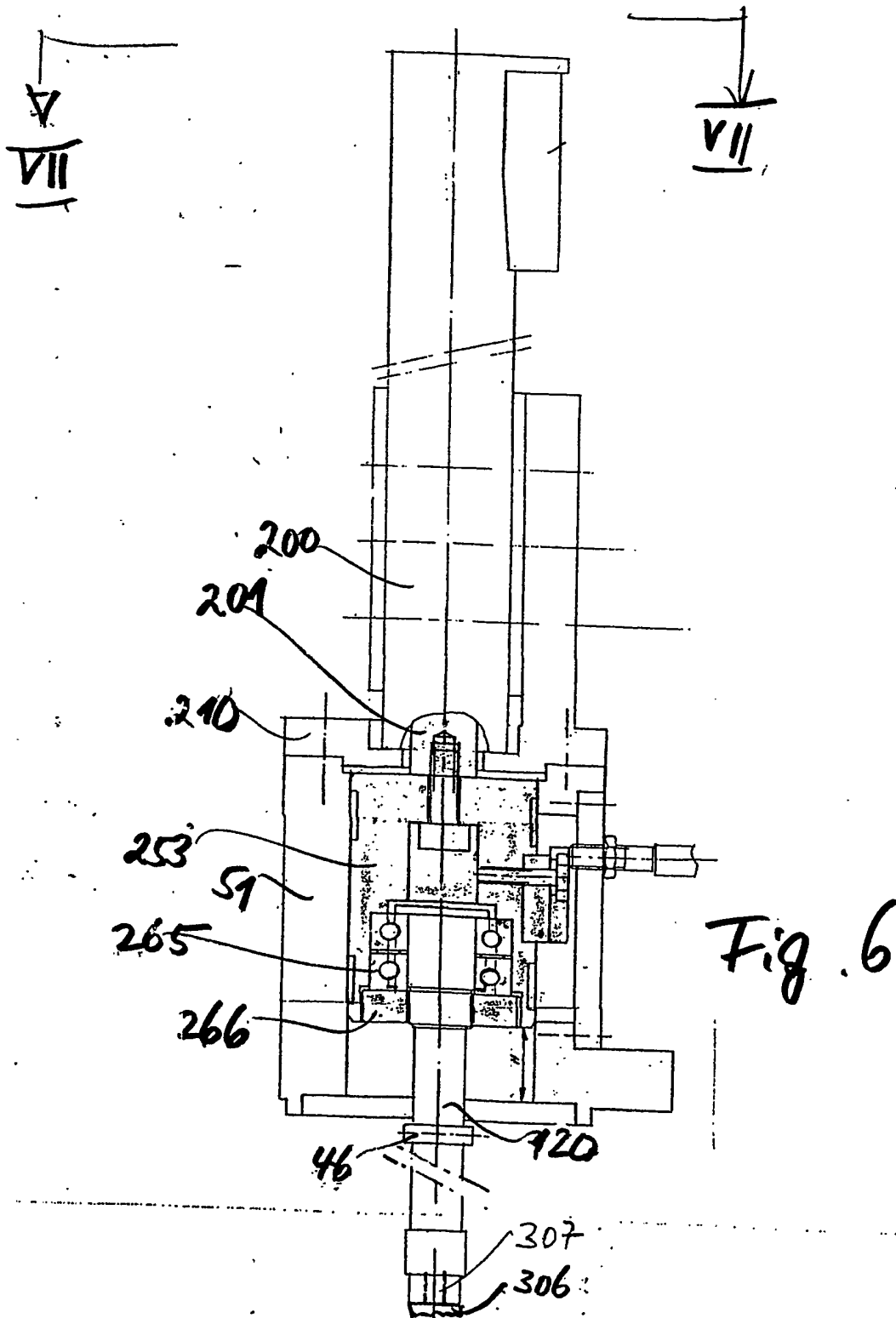
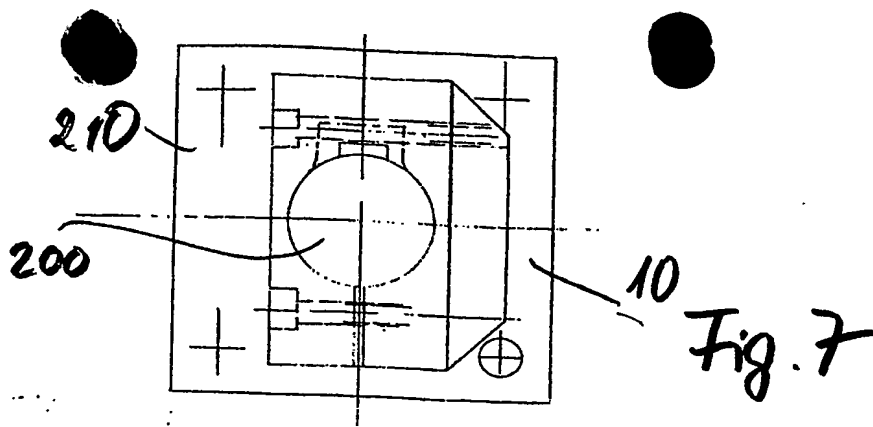


Fig. 5



56



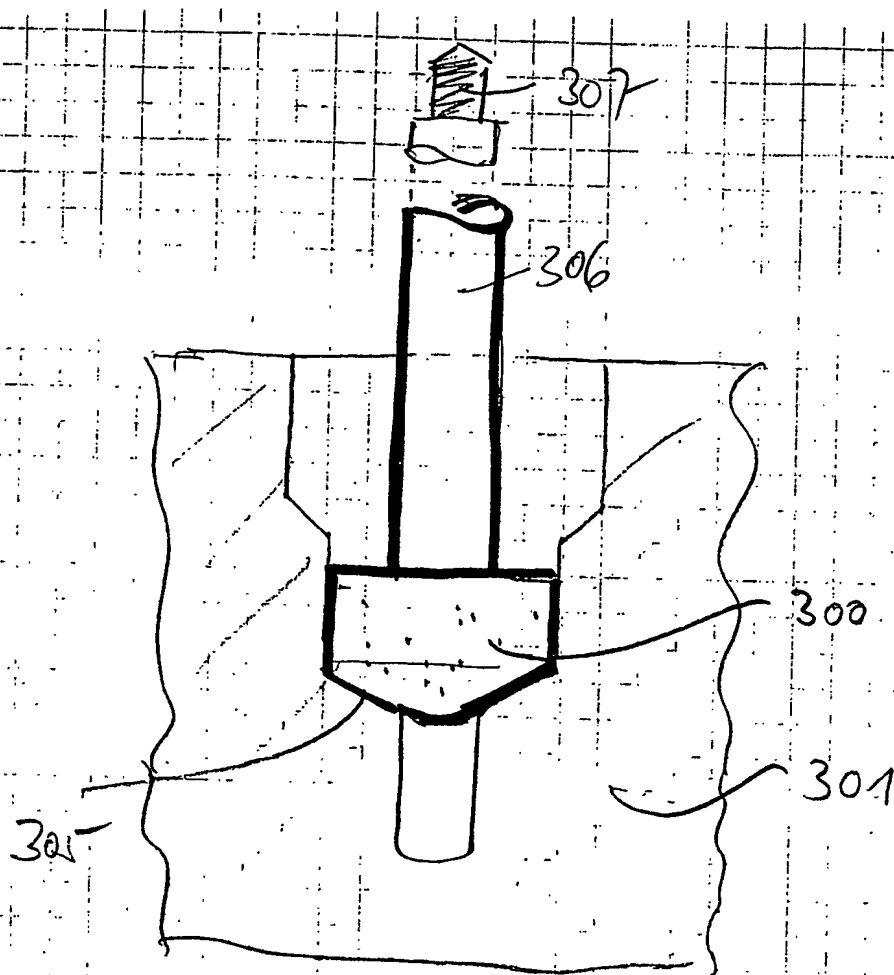


Fig. 8

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.